(Aus dem anatomischen Institut in Rostock.)

Die Varianten der Hyperdaktylie beim Huhn.

Mit 2 Tafeln.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

medizinischen Fakultät der Universität zu Rostock,

vorgelegt von

K. Matthiass

aus Rostock.

Rostock 1912.

Sonderabdruck aus den
Sitzungsberichten und Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Rostock.
Neue Folge. — Band III. 1911.

(Aus dem anatomischen Institut in Rostock.)

Die Varianten der Hyperdaktylie beim Huhn.

Mit 2 Tafeln.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

medizinischen Fakultät der Universität zu Rostock,

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

vorgelegt von

K. Matthiass

aus Rostock.

Rostock 1912.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
zu Rostock.

Referent: Prof. Dr. Barfurth.

A. Zur Anatomie und Entwicklung des normalen Vogelfusses.

Für die Kenntnisse über die anatomischen Verhältnisse am Vogelfuss und über seine Entwicklung sind die umfassenden Untersuchungen Carl Gegenbaurs über die vergleichende Anatomie der Wirbeltiere, insbesondere der Vögel, die dieser zu Anfang der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts veröffentlichte, von ausschlaggebender Bedeutung gewesen. Er war es, der als erster das Gelenk zwischen Lauf und eigentlichem Fuss als Intertarsalgelenk erkannte (1863, p. 450—452, p. 463). Er hat auch auf Grund seiner Studien die feste Ansicht geäussert, dass die im Vogelfuss sich repräsentierende Reduktion von fünf auf vier Zehen durch den Verlust der fünften Zehe zu erklären sei. Die Anlage einer V. Zehe hat er wohl vermutet; anders ist die Stelle, die wir in seinen Untersuchungen über den Tarsus (1864) finden, wohl kaum zu deuten. Es heisst dort: „Vom Tarsus bemerkt man nur ein ansehnliches Stück indifferenter Gewebsmasse, welche nach aussen zu eine rundliche, jedoch nicht scharf abgegrenzte, aus Knorpel bestehende Stelle besitzt.“ An dieser Stelle haben Rosenbergs (59) mikroskopische Untersuchungen das Rudiment der fünften Zehe nachgewiesen und damit die Vermutungen Gegenbaurs bestätigt.

Der Wirbeltierfuss lässt drei Teile erkennen: den Tarsus, den Metatarsus und die Zehen. Von diesen Teilen ist im Vogelfuss die distale Reihe der Tarsalia mit den Metatarsalia zum Tarsometatarsus, dem sogenannten Laufknochen, verwachsen. Die

proximale Reihe hingegen hat sich mit der Tibia zum Tibio-tarsus (auch Tarso-tibiale genannt) vereinigt.

Der fertig ausgebildete Fuss der Vögel besteht also nur aus zwei Teilen: dem Laufknochen und den Zehen (15, 31, 42, 79).

Der Laufknochen, den wir zunächst einer näheren Betrachtung unterziehen wollen, ist bei den einzelnen Vogelarten von verschiedener Grösse, seine Form wird bedingt durch die Ansätze der Muskulatur. An seiner Vorderfläche fallen zwei starke Leisten ins Auge, zwischen denen die Sehnen der Zehenbeuger in einer Rinne verlaufen. Die drei Gelenkflächen, die der Knochen an seinem distalen Ende trägt, sind für die ersten Phalangen der drei letzten Zehen bestimmt. Auf der Hinterfläche des Laufknochens ist an seinem distalen Ende innen etwa in der Höhe des Metatarsale II das Metatarsale I zu erkennen, mit dem die Grundphalanx der ersten Zehe (Hallux) artikuliert.

Die Anzahl der Zehen beträgt am normalen Vogelfuss vier. Von ihnen wird die hinterste und am weitesten nach innen gelegene, der Hallux, nach dem Vorgange von Gegenbaur und Rosenberg allgemein als die erste, die äusserste als die vierte bezeichnet. Während die drei letzten Zehen sämtlich nach vorne gerichtet sind, hat sich der Hallux im Laufe der Entwicklung ganz nach hinten gedreht. Er ist die kürzeste Zehe und besteht nur aus zwei Phalangen; die längste ist die dritte (Mittel-) Zehe. Es folgen dann die zweite und endlich die vierte Zehe. Die Anzahl der Phalangen beträgt bei der zweiten Zehe drei, bei der dritten vier. Die vierte Zehe besitzt deren fünf. Bei ihr sind jedoch weniger (4) oder mehr (6) beobachtet worden. Anthony (3) berichtet von Fällen, in denen die vierte Zehe 6 Phalangen aufwies.

Die Entstehung des normalen Vogelfusses hat auch G. Baur (15) in einer Abhandlung über den Tarsus der Vögel und Dinosaurier beschrieben und in neuerer Zeit sind uns über diesen Gegenstand von Braus und Frau cand. med. Kaufmann-Wolf Mitteilungen gemacht worden. Baur (l. c. p. 428) fasst die Ergebnisse seiner Studien dahin zusammen, dass „der Tarsus der Vögel ursprünglich aus drei Stücken besteht. Zwei, welche sich zeitlich verschieden entwickeln, Fibulare vor dem Tibiale, liegen in der ersten Reihe. Ein Stück, welches Tarsale I—V repräsentiert, liegt in der zweiten Reihe. Vom Tibiale geht ein Fortsatz nach oben, welcher, nachdem Tibiale und Fibulare ver-

schmolzen sind, rasch zu wachsen beginnt. Zuerst liegt er vorn und gegen die Fibula zu, an der Tibia, später wird er in die Vertiefung am distalen Ende der Tibia verschoben; endlich verwächst er mit der Tibia. Das Fibulare liegt zuerst in einer Linie mit der Fibula, rückt aber allmählich ganz unter die Tibia, oder vielmehr die Tibia wächst über das Fibulare. Nachdem sich Tibiale und Fibulare vereinigt, verwachsen sie mit der Tibia. Die aus einem Knorpelstück bestehende zweite Tarsusreihe verschmilzt mit Metatarsus II—IV. Ursprünglich sind fünf Metatarsalien entwickelt; Metatarsus I ist proximal unvollständig; Metatarsus V ist rudimentär und geht im Laufe der Entwicklung verloren. Metatarsus II—IV verschmelzen später miteinander". Die Beobachtungen Baurs sind im wesentlichen durch die neuerdings von M. Kaufmann-Wolf vorgenommenen Untersuchungen bestätigt worden. Eine von ihr aufgestellte Tabelle gibt uns über die Aufeinanderfolge der verschiedenen Entwicklungsphasen hinreichenden Aufschluss (1908, p. 13).

Eine Berücksichtigung der Muskulatur und ihrer Innervation am Vogelfuss lag nicht im Plan meiner Untersuchung. Das Verhalten derselben am normalen Vogelfuss ist von H. Gadow in Bronns Klassen und Ordnungen zusammengestellt, und beim Huhn in neuester Zeit sowohl für den normalen, als den hyperdaktylen Fuss von M. Kaufmann-Wolf eingehend beschrieben worden (p. 41—51). Ich werde meine Mitteilungen auf das Skelett hyperdaktyler Füsse von Orpington- und Landhühnern beschränken und die ermittelten Befunde mit denjenigen vergleichen, die M. Kaufmann-Wolf beim Houdanhühnchen nachgewiesen hat.

B. Zur Anatomie und Entwicklung des hyperdaktylen Vogelfusses.

Unter „Hyperdaktylie" verstand man ursprünglich nur das Auftreten von mehr Fingern an den Händen und mehr Zehen an den Füssen, als der Norm entspricht. Nach und nach ist die Bezeichnung „Hyperdaktylie" aber auch auf das Auftreten überschüssiger Gliedmassenteile überhaupt ausgedehnt worden, sodass auch überschüssige Phalangen, Hände usw. kurz als „hyperdaktyle" Bildungen bezeichnet werden (Barfurth, 1894, p. 108). Neuerdings hat C. Rabl (57) auf Grund der Entwicklung und nach dem Sitze drei Arten von Hyperdaktylie unterschieden:

1. Die Hyperdaktylie oder die Vermehrung der Zahl der Finger und Zehen durch weiter fortgesetzte Bildung an der ulnaren resp. fibularen Seite.
2. Die Schizodaktylie oder die Vermehrung durch Spaltung eines normalen Fingers oder einer normalen Zehe.
3. Die Diplopodie oder Diplochirie, d. h. die Vermehrung durch Doppelbildung. In diesem Falle setzt sich an die radiale Seite des Daumens oder die tibiale der grossen Zehe noch ein oft nur rudimentärer zweiter Daumen oder eine zweite grosse Zehe an; auf diese können noch weitere Finger oder Zehen folgen. Die Unterscheidung von Diplochirie oder Diplopodie von einer Schizodaktylie kann in der Praxis Schwierigkeiten bieten, ist aber von theoretischem Interesse (C. Rabl, 1901, p. 556, Anmerkung 83).

Der anatomische Bau der überzähligen Finger resp. Zehen ist sehr verschiedenartig und richtet sich ganz nach dem Ausbildungsgrade der Missbildung. Je höher das akzessorische Glied ausgebildet ist, um so mehr differenziert sind auch seine einzelnen Bestandteile, seine Knochen, Muskeln, Nerven und Gefässe. Bei Förster (26, p. 43) finden wir darüber folgende Angaben: „Der geringste Grad dieser überzähligen Bildung ist der, in welchem sich ein kleiner Finger oder eine kleine Zehe nur durch einen häutigen, dünnen Stiel am Ende der entsprechenden Metatarsal- oder Metakarpalknochen oder nur in dieser Gegend befestigt ist; diese überzähligen Teile sind meist sehr klein, haben gar keine oder nur 1 oder 2 Phalangen und einen kleinen kümmerlichen Nagel. Hieran schliesst sich derjenige Grad, in welchem der kleine Finger oder die Zehe aus drei Phalangen besteht und am entsprechenden Metatarsal- oder Metakarpalknochen eingelenkt ist; die letzteren haben dann oben doppelte Gelenkflächen und zeigen Spuren von Verdoppelung. Hierauf folgt endlich der Grad, dass auch ein zu dem überzähligen Finger gehöriger überzähliger Metakarpalknochen gebildet wird". Eine ähnliche Einteilung legt auch Ballowitz (5) seinen Untersuchungen über die Hyperdaktylie des Menschen zugrunde (1905, p. 146). Ferner unterscheidet Anthony drei verschiedene Stufen in der Ausbildung der Hyperdaktylie; er hat seine Untersuchungen am Haushuhn angestellt und spricht sich folgendermassen aus: „Elle peut se

montrer à différents degrés: au degré le plus simple le rayon digité est double à partir de la deuxième phalange seulement. Au deuxième degré il est double à partir de la première. Au troisième il est double dans toute sa longueur, y compris le métatarsien. Entre ces trois dispositions typiques peuvent s'intercaler d'autres dispositions nombreuses et très variées formant le passage de l'une à l'autre" (1899, p. 725). Die Hyperdaktylie pflegt im allgemeinen beiderseits in gleicher Ausbildung aufzutreten, sie kann aber rechts und links ganz verschiedene Stadien aufweisen, auch an einer Seite ganz fehlen.

Die „Hyperdaktylie" ist eine sehr stark erbliche und weit verbreitete Missbildung. Sie findet sich fast bei allen Wirbeltierarten. Ballowitz (5) hat (1904) in einem Aufsatze über die menschliche Hyperdaktylie eine Uebersicht über etwa 80 bekannt gewordene Fälle gegeben. Ausser diesen sind uns durch Ahlfeld (1), Lewin (50), Menning (54) und andere Autoren zahlreiche Fälle mitgeteilt. Aus der Reihe der Säugetiere berichtet uns Tornier (75) über einen Fall von Hyperdaktylie beim Schwein. Auch beim Pferd und anderen Haustieren ist Hyperdaktylie beobachtet worden (Inhelder) (40). Aus der Klasse der Vögel sind uns Fälle von Hyperdaktylie beim Rauchbussard, Archibuteo lagopus (Reichenau) (58) und ganz besonders zahlreich beim Huhn bekannt geworden. Die Anzahl der Autoren, die sich mit der Hyperdaktylie der Hühner beschäftigt haben, ist gross. Grönberg (38) hat nur ein sehr kleines Material beobachten können und spricht die Möglichkeit einer totalen Verdoppelung des Fusses aus. Dieser Meinung hat sich auch Pfitzner (55) angeschlossen, und in jüngster Zeit hat sie in H. Braus (18), dem im Heidelberger Institut ein grosses Material von hyperdaktylen Hühnern zu Gebote stand, einen Vertreter gefunden. Von Cowper (21) besitzen wir die Beschreibung von vier hyperdaktylen Dorkinghühnern. In einer weiteren Abhandlung beschreibt er einen sechszehigen Fuss (22). Weitere Angaben über hyperdaktyle Hühner sind uns von Anthony, Ghigi, Inhelder, Kaufmann-Wolf, Barfurth u. a. übermittelt worden.

Mit der entwicklungsgeschichtlichen Analyse des Fusses dieser hyperdaktylen Rassen haben sich neuerdings H. Braus (17, 18) und Frau cand. med. Kaufmann-Wolf (42) eingehend beschäftigt. Die Untersuchungen von Frau Kaufmann-Wolf erstreckten sich auf etwa 300 Embryonen von Houdanhühnern, die

im Heidelberger anatomischen Institut gewonnen werden konnten. Sie betrafen den fünfzehigen wie den sechszehigen Hühnerfuss. Ihre Ergebnisse mögen im folgenden kurz wiedergegeben werden. Nach M. Kaufmann-Wolf tritt die tibialste Zehe des fünfzehigen Houdanfusses niemals selbständig auf, sondern stellt sich stets als eine Aussprossung der auf sie folgenden Zehe dar, die ihrer Lage nach und nach ihrer typischen Entwicklung als erste zu bezeichnen ist. In ihren ersten Anfängen wird bei der Entwicklung der akzessorischen Zehe aus der ersten entweder das Material des Metatarsale, der Grundphalanx oder der Endphalanx. Für den ersten Fall konnte die Aussprossung der knorpeligen Anlage vom Metatarsus I nachgewiesen werden. Wenn zwei getrennte Metatarsalia vorkommen, leiten sie sich von einer ursprünglich gemeinsamen Anlage ab. Auch in der Zahl und Anlage der Phalangen weicht die accessorische Zehe (a) von den bei den typischen Zehen bekannten Tatsachen ab. Die Phalangen treten häufig nicht in Form diskreter Knorpelzentren auf, sondern es besteht Homo-Kontinuität zwischen dem Metatarsale und sämtlichen Phalangen oder zwischen einzelnen dieser Stücke. Durch Verlagerungen abgespaltener Teile können phalangenartige Bildungen vorgetäuscht werden. Auch ist die Zahl der Phalangen grösseren Schwankungen unterworfen. Für die enge Zusammengehörigkeit zwischen Zehe I und a spricht nach M. Kaufmann-Wolf die Tatsache, dass beide abortiv angelegt werden können. Auch hier hat man an eine physiologische Abhängigkeit des Bildungsmaterials beider Zehen von einander zu denken. Hinsichtlich des sechszehigen Fusses kommt M. Kaufmann-Wolf zu folgenden Ergebnissen: Die zweite accessorische Zehe kann sich entweder in derselben Weise wie Zehe a aus Zehe I entwickeln oder sie entsteht aus Zehe a (α und α').[1]) Ueber die Entwicklung α aus dem Metatarsus I ergaben die Untersuchungen eine völlig analoge Entstehungsart wie bei Zehe a. Weiter konnte M. Kaufmann-Wolf feststellen, dass die abortive Ausbildung von Zehe α, der Zusammenhang von Zehe α und die Entstehung dieser Zehe aus einer weiter distal gelegenen Matrix sich ebenso wie bei der ersten accessorischen Zehe findet. Die Zehe α' war nur in älteren Stadien nachzuweisen. Auch sie bildet sich an der tibialen Seite ihrer Matrix.

[1]) Die erste Form hat M. Kaufmann-Wolf mit α, die zweite mit α' bezeichnet.

C. Eigene Beobachtungen.

Bei seinen Untersuchungen über die Vererbung der Hyperdaktylie beim Hühnchen kommt D. Barfurth zu dem Ergebnis, dass „diese nur im allgemeinen, nicht aber in der besonderen Variante des Elters übertragen wird", d. h. dass die Hyperdaktylie der Eltern durchaus nicht in genau derselben Ausbildung auf die Nachkommen übertragen zu werden braucht. Das Barfurthsche Material zeigte in der Tat die mannigfachsten Grade der Entwicklung des überzähligen Gliedes, vom einfachen Hautanhängsel bis hinauf zu der fast vollkommenen Verdoppelung des Fusses. Die verschiedenen Grade der Hyperdaktylie, die sich unter dem Barfurthschen Material fanden, einer genaueren Untersuchung zu unterziehen, sie zu beschreiben und in ein gewisses System einzuordnen, soll die Aufgabe der folgenden Auseinandersetzungen sein. Die Untersuchungen betreffen Orpingtonhühner, wie auch gewöhnliche Landhühner. Die Orpingtonhühner gehören den den Mitteilungen über die Vererbung der Hyperdaktylie beim Hühnchen zugrunde liegenden Züchtungsversuchen an, die Landhühner stammen aus später angestellten Zuchtversuchen. Bei beiden handelt es sich lediglich um die vom Hahn allein übertragene Hyperdaktylie. Die Präparate wurden grösstenteils in Kalilauge nach den Angaben von Schultze aufgehellt und in einer von demselben Autor angegebenen Glyzerin-Formalin-Mischung konserviert, teils wurden sie mit Röntgenstrahlen untersucht. Ein kleiner Teil der Präparate wurde mit Hansenschem Haematoxylin oder auch mit dem von M. Kaufmann-Wolf zu denselben Zwecken mit Erfolg verwandten Alizarin gefärbt, jedoch gab in den meisten Fällen schon die Schultzesche Methode sehr gute Bilder von der Beschaffenheit des Skeletts.

Eine Photographie des Orpingtonhahns, der zum Stammvater der zweiten Versuchsreihe (B) wurde, findet sich in der Arbeit von D. Barfurth (Tafel XXIII, 1 des Archivs für Entwicklungsmechanik Bd. 27, 1909). Hinten und medial an beiden Füssen sieht man zwei Zehen, welche dicht aneinander stehen, darüber den Sporn. Die untere der beiden Zehen ist die erste Zehe (I). Sie berührt an beiden Seiten den Boden. Dicht darüber steht die accessorische überzählige Zehe, von der ersten getrennt durch einen spitzwinkeligen Spalt, der links bis zum Ursprung der Zehen vom Tibiotarsus reicht, rechts etwas weniger tief ist.

Das vom lebenden Hahn aufgenommene Röntgenbild (Taf. I, Fig. 1) gibt genaueren Aufschluss über den Aufbau und den Ursprung dieser Zehen. Am rechten Fuss steht die erste Zehe in Gelenkverbindung mit einem ziemlich langen Metatarsus, der mit dem Tibiotarsus gelenkig verbunden ist. Oberhalb dieser Zehe entspringt die accessorische Zehe, so dass der Ursprung in gleichem Niveau steht mit dem Metatarsus; indessen bleibt ein ziemlich grosser Zwischenraum zwischen beiden, der im Röntgenbild hell, also wahrscheinlich durch Knorpel oder Bindegewebe ausgefüllt ist. Die beiden Zehen gehen also von einem einzigen Metatarsus aus; Zehe I hat zwei Phalangen, von denen die untere im Röntgenbild etwas kürzer erscheint als die anderen. Man könnte diese untere Phalanx auch als einen rudimentären, dazugehörigen überschüssigen Metatarsus ansehen. Aber ihre innige Anlagerung an die folgende Phalanx spricht mehr für ihre Phalanxnatur.

An dem linken Fuss ist das Verhalten der accessorischen Zehe deutlich anders. Die erste Zehe (Hallux) sowie die darüber liegende accessorische Zehe haben je einen länglichen deutlichen Metatarsus, mit dem sie gelenkig verbunden sind. Die Metatarsen ihrerseits stehen wieder mit dem Lauf in Verbindung, der obere durch ein helles Gewebe (Knorpel), der untere steht in innigerer Verbindung mit dem Tibiotarsus, und das Röntgenbild gibt über die Art der Anlagerung keinen Aufschluss. Das Phalangenskelett zeigt dieselbe Zusammensetzung wie das des rechten Fusses.

Ich bespreche jetzt die bei Untersuchung der hyperdaktylen Nachkommen dieses Hahnes ermittelten Typen der Hyperdaktylie und nehme dabei Bezug auf die von M. Kaufmann-Wolf beim Houdanhuhn gefundenen Varianten der Hyperdaktylie.

I. Typus. (Fig. 2.)

Den stärksten Grad, in dem die Hyperdaktylie von dem oben beschriebenen Hahn auf seine Nachkommenschaft übertragen wurde, zeigt ein Hühnchen, das jederseits sechs Zehen besitzt oder bei dem doch diese wenigstens angedeutet sind (Fig. 2). In diesem Falle ist die Hyperdaktylie so stark ausgebildet, dass man besser von „rudimentärer Hyperpodie“ spricht (No. 95 des Tagebuches). Sie ist bei ihm doppelseitig. Der rudimentäre Fuss liegt etwa 3—4 mm oberhalb der dritten Zehe an der medialen Seite des Fusses. Er zeigt deutlich drei Zehen, von denen die oberste die

längste und stärkste ist. Sie misst 6 mm, die anderen 4 mm. An der linken Seite ist der rudimentäre Fuss ebenfalls aus drei Zehen zusammengesetzt. Die oberste Zehe misst 7 mm. Die zwei anderen Zehen liegen dicht zusammengedrängt und bilden scheinbar nur eine Zehe, indessen ist der Nagel deutlich verdoppelt, wie die Besichtigung mit der Lupe ergibt.

Ueber den Aufbau des Skeletts dieses rudimentären überzähligen Fusses erhielten wir durch die Aufhellung mit Kalilauge nach O. Schultze guten Aufschluss (Fig. 2c und d). Betrachten wir zunächst den rechten Fuss (Fig. 2c), so sehen wir am unteren Ende des Laufknochens, des Tibiotarsus, einen Knochen, der durch ein Gelenk mit diesem in Verbindung steht. Seiner Lage nach muss er als der gemeinschaftliche Metatarsus für die drei Zehen I, a und a_1 angesehen werden. Er ist mit zwei Gelenkflächen versehen, von denen die untere die verwachsene Grundphalanx der ersten Zehe (Hallux) und der ersten accessorischen Zehe (a) trägt. Diese ist deutlich gegabelt. Die Gabelteile stehen im Winkel zu einander und ein jeder trägt die den beiden Zehen angehörenden Endphalangen. Von der oberen Gelenkfläche entspringt, deutlich getrennt von den Zehen I und a, die zweite accessorische Zehe a_1. Sie hat drei Phalangen.

Am linken Fuss (Fig. 2d) verhält sich der Metatarsus ganz ähnlich wie der des rechten. Er ist auch hier den drei Zehen gemeinsam. Von ihm anscheinend nur durch bindegewebige und knorpelige Massen getrennt, liegt nach abwärts die Grundphalanx für die erste Zehe und an diese schliesst sich die entsprechende Endphalanx an. Nach oben zu, von der Grundphalanx der ersten Zehe deutlich getrennt, sieht man ein kleines Knochenstück, das als Grundphalanx für die eine accessorische Zehe angesehen werden muss. Nach der Spitze dieser Zehe (a_1) zu, die, wie oben bereits hervorgehoben worden ist, äusserlich mit der normalen Zehe I verwachsen erscheint und nur in ihren Nagelpartien eine deutliche Teilung aufweist, findet sich, getrennt von der Endphalanx I, ein zweites Knochenstück, welches seiner Lage nach dem äusserlich sichtbaren zweiten Nagel angehört. Von den beiden eben beschriebenen Zehen nach oben zu entspringt eine dritte Zehe, welche, wie das Präparat zeigt, denselben Ausgangspunkt hat wie die soeben beschriebenen. Sie ist aber scharf nach aufwärts gerichtet und besteht im Gegensatz zu den beiden anderen, die beide nur zwei Phalangen aufweisen, aus drei Phalangen.

Ihrer Anlage, ihrem Aufbau und dem Grade ihrer Entwicklung nach möchte ich sie als die von beiden überzähligen Zehen zuerst entstandene ansehen.

Auf das Vorkommen von sechszehigen Füssen ist schon von vielen Autoren hingewiesen worden. Von St. Hilaire (61), Delplanque (23), Cowper (22), Anthony (3), Gighi (35, 36, 37), Bateson (zitiert bei M. Kaufmann-Wolf, p. 33) sind einzelne Fälle von sechszehigen Füssen oder, wie man wohl besser sagt, „rudimentäre Hyperpodie" beschrieben worden. Ihre Zahl beträgt im ganzen 11. Diesen 11 aus der Literatur bekannt gewordenen Fällen von „rudimentärer Hyperpodie" gelang es nun in den letzten Jahren M. Kaufmann-Wolf (l. c. p. 34), aus ihrem Untersuchungsmaterial noch zwölf weitere hinzuzufügen. Nach ihren Untersuchungsergebnissen kann man sich die Entstehung des hexadaktylen Fusses auf zweierlei Art möglich denken. Die sechste Zehe stellt entweder eine abermalige Verdoppelung der normalen Zehe I dar oder sie leitet sich von der ersten accessorischen Zehe ab. Bei dem linken Fuss des oben beschriebenen Orpingtonhühnchens haben wir es ohne Zweifel mit einer accessorischen Bildung von dem erstgenannten Entstehungsmodus zu tun und zwar betrifft hier, wie das Präparat deutlich erkennen lässt, die Verdoppelung den Hallux in seiner ganzen Länge. Als Matrix für die Bildung beider Zehen muss also hier der Metatarsus I gelten.

Bei Verdoppelung des Hallux braucht aber nicht notwendig allein das Metatarsale I die Matrix für die zweite akzessorische Zehe abzugeben, die Verdoppelung kann auch von einer Phalanx ausgehen. M. Kaufmann-Wolf hat die Möglichkeit einer derartigen Entstehung ausdrücklich betont (l. c. p. 38), wenn es ihr auch nicht gelungen ist, unter ihrem Material derartige Präparate aufzufinden. Sie bestätigt damit die Angaben von Anthony, von dem wir die Beschreibung zweier derartig entstandener Fälle besitzen. Unterziehen wir ferner den rechten Fuss unseres sechszehigen Orpingtonhühnchens einer eingehenderen Betrachtung, so muss man zu dem Schlusse kommen, dass wir es auch hier mit einer den Anthonyschen Fällen analogen Missbildung zu tun haben. Man könnte nun sehr wohl annehmen, dass bei dem vorliegenden Hühnchen für den Hallux wie für die zweite accessorische Zehe a_1 wie beim linken Fuss ursprünglich zwei von einander vollständig getrennte Phalangen oder gar Metatarsen bestanden

haben und diese erst im Verlaufe der Weiterentwicklung miteinander knorpelig und knöchern verwachsen sind. Dann würde der rechte Fuss genau denselben Entstehungsmodus wie der linke repräsentieren, nur mit dem Unterschiede, dass rechts eine partielle sekundäre Verwachsung eingetreten ist, die links ausgeblieben ist. Aber gegen die Annahme einer ursprünglich getrennten Anlage und einer später eingetretenen Verwachsung sprechen entschieden die mikroskopischen Befunde M. Kaufmann-Wolfs, die sie bei dem Studium der Vorgänge bei der Entwicklung der Hyperdaktylie erhoben hat. Diese haben sowohl bei dem pentadaktylen wie auch beim hexadaktylen Fuss die ursprünglich gemeinsame Anlage beider Zehen und die allmähliche Abtrennung der akzessorischen Zehe ergeben. Danach wäre also der Hexadaktylismus des linken Fusses der weiter entwickelte. Während in den Anthonyschen Fällen sich die zweite accessorische Zehe erst von der zweiten, der Endphalanx des Hallux, aus entwickelt hat, die Verdoppelung also nur das Nagelglied betrifft (l. c. p. 38), geht bei dem von mir beschriebenen rechten Hühnerfuss die accessorische Zehe a bereits von der Grundphalanx aus, die also wie Fig. 2a zeigt, bis zu einem gewissen Grade beiden Zehen gemeinsam ist. Es liegt hier mithin eine etwas tiefer gehende Spaltung, ein höherer Entwicklungsgrad der Hyperdaktylie als in den Anthonyschen Fällen vor.

Die zweite accessorische Zehe kann weiterhin auch als eine Verdoppelung der ersten accessorischen Zehe entstehen und zwar entwickelt sie sich dann stets an der tibialen Seite ihrer Matrix. Als solche fungierte in allen bisher bekannt gewordenen Fällen die zweite Phalanx von a. Aber wenn auch derartige Fälle bis jetzt noch nicht veröffentlicht wurden, so muss auch hier die Möglichkeit zugegeben werden, dass, wie bei den durch die Verdoppelung des Hallux entstandenen hexadaktylen Füssen, auch hier eine andere Phalanx als gerade die zweite die Grundlage für eine zweite accessorische Zehe abgeben kann (Kaufmann-Wolf, p. 38—39).

II. Typus. (Fig. 3.)

Die überschüssige Zehe ist viel länger als die erste des normalen Fusses und geht mit ihr in der Regel von einem gemeinsamen Metatarsus aus. Die beiden Zehen I und a (nach Braus und Kaufmann-Wolf) können getrennt am gemeinsamen

Metatarsus entspringen (Fig. 7 und 8 im Text von M. Kaufmann-Wolf) oder es entspringt von dem Metatarsus eine gegabelte Grundphalanx (Fig. 29 bei M. Kaufmann-Wolf). Jede Gabel trägt dann die übrigen Phalangen.

Die beiden Zehen stehen an der Basis parallel, nachher biegt sich die accessorische nach oben zu um. Von den untersuchten Orpingtonhühnern gehörten 15 hierher. Dieser Typ, der Ursprung der überzähligen Zehe vom Metatarsus des Hallux, ist der unter den Orpingtonhühnern der angegebenen Versuchsreihe am häufigsten vertretene. In ihm finden wir auch wiederum die verschiedenartigsten Variationen. Es kommt vor, dass die beiden Zehen I und a gemeinsam von einer Stelle des Tibiotarsus oberhalb des normalen Fusses ausgehen und dicht nebeneinander nach hinten und oben gestreckt verlaufen, so dass man auch hier den Eindruck hat, dass ein rudimentärer Fuss vorliegt (III, 21 des Tagebuchs). Ausserdem finden sich zahlreiche kleinere Varianten: die beiden Zehen sind in der Länge verschieden, wobei die obere stets die längere ist. Die beiden Zehen können zuerst parallel verlaufen oder nachher erst durch Aufwärtsrichten der accessorischen Zehe gespreizt erscheinen oder sie divergieren gleich nach dem Ursprung erheblich. Die beschriebene Variante der Hyperdaktylie kann an beiden Seiten die gleiche Form haben oder die Missbildung weicht an einer Seite in der Form ab. So kann z. B. auch der Metatarsus auf der einen Seite geteilt erscheinen.

Bei der genaueren Untersuchung ergab sich folgender Befund: Am unteren Ende des rechten Laufknochens (Fig. 3c) befindet sich ein starker Knochenvorsprung, der Metatarsus für die erste Zehe des normalen Fusses, den Hallux. Er scheint mit dem Laufknochen durch ein Gelenk in Verbindung zu stehen. Das Phalangenskelett der normalen ersten Zehe besteht hier, wie am vierzehigen Fuss, aus zwei Teilen. Oberhalb des Metatarsus I sieht man einen kleinen Knochen, der durch bindegewebige und knorpelige Massen vom Laufknochen und von dem Metatarsus I getrennt ist. Wir haben es hier mit dem Metatarsus der accessorischen Zehe a zu tun. Die Phalangenzahl beträgt entsprechend der grösseren Länge dieser Zehe drei.

Der linke Fuss (Fig. 3d) bietet im wesentlichen dasselbe Bild wie der rechte. Er unterscheidet sich von diesem nur durch den Fortfall der Trennung der beiden Metatarsen. Der Metatarsus ist hier beiden Zehen gemeinsam und ist mit zwei Gelenkflächen

versehen, von denen die nach unten gerichtete die aus zwei Phalangen bestehende normale Zehe I aufnimmt, während die nach oben gerichtete Facette die accessorische Zehe mit drei Phalangen trägt.

Dieses Hühnchen entspricht seinem anatomischen Aufbau nach im allgemeinen den von M. Kaufmann-Wolf unter dem Entwicklungsstadium E beschriebenen Präparaten. Von Bedeutung für die richtige Erklärung und das Verständnis des anatomischen Aufbaues der Füsse dieses Typs ist es, die Zahl der Phalangen, das Verhalten der Metatarsalknochen untereinander und zu den Phalangen sowie die Beziehungen der Phalangen untereinander einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

Die Zahl der Phalangen beträgt bei dem jetzt zu besprechenden Typ im allgemeinen für die erste Zehe des normalen Fusses zwei, für die überzählige Zehe drei (M. Kaufmann-Wolf, p. 21—22) Diese Regel ist schon bei dem sechszehigen Fuss betont worden und die Beobachtungen der verschiedensten Autoren bestätigen sie auch für diese Gattung von hyperdaktylen Füssen. Es sind aber auch hier Abweichungen recht häufig. Diese betreffen dann meist die accessorische Zehe, während die Zahl der Phalangen des Hallux ziemlich konstant zu sein scheint. Eine Vermehrung der Phalangenzahl hat M. Kaufmann-Wolf (p. 21) bei ihrem Material jedenfalls niemals bemerken können, ebensowenig haben andere Autoren, wie Anthony und Delplanque, eine solche zu beobachten Gelegenheit gehabt. Bei den Orpingtonhühnchen habe ich mehr wie zwei Phalangen nicht gefunden. Bei allen dem Stadium E entsprechenden Orpingtonhühnchen ist von beiden Zehen die akzessorische die längere. Dass übrigens auch beim Hallux eine Vermehrung der Phalangenzahl vorkommen kann, bestätigt ein von Howes und Hill im „Journal of Anatomy and Physiology“ (Bd. 26, 1892) beschriebenes Dorkinghuhn. Hallux und accessorische Zehe sind hier beide völlig gleich ausgebildet, sie bestehen beide aus drei Phalangen.

So selten eine Abweichung in der Ausbildung des Hallux ist, um so mannigfacheren Variationen scheint gerade bei diesem Entwicklungsstadium der anatomische Aufbau des Skeletts der akzessorischen Zehe unterworfen zu sein. Recht häufig ist eine Verminderung ihrer Zahl auf zwei. Andererseits ist eine Vermehrung ihrer Phalangenzahl vielfach beobachtet worden, jedoch nie über vier hinaus (M. Kaufmann-Wolf, p. 22). Die Ent-

scheidung, ob wir in den Fällen einer vierteiligen akzessorischen Zehe in der untersten Phalanx eine echte Phalanx oder nur ein abgesprengtes Teilchen des Metatarsus vor uns haben, ist nicht immer leicht. Form und Lage müssen dabei den Ausschlag geben. Man wird aber wohl kaum fehlgehen, wenn man für die scheinbare Grundphalanx in den meisten Fällen annimmt, dass sie durch Absprengung eines Metatarsusstückchens entstanden ist. Die in der Arbeit von M. Kaufmann-Wolf auf Seite 22 und 23 enthaltenen Abbildungen erläutern in deutlicher Weise, wie sehr gerade das Verhalten des Metatarsus massgeblich ist für eine richtige Beurteilung der Phalangenzahl. Der Metatarsus kann an der Stelle, an der die überzählige Zehe ansetzt, eine allmähliche Einkerbung erfahren, die schliesslich zu einer vollständigen Lostrennung eines Metatarsusstückchens führen kann. Dieses kann dann sehr wohl als Grundphalanx von a erscheinen. Ist aber die Durchtrennung bereits vollendet, so ist es unmöglich, auf die Entstehung zu schliessen. „Wie oft daher die Grundphalanx der accessorischen Zehe in der Tat genetisch nur ein verschobenes Metatarsalstück ist, lässt sich bei älteren Stadien, insbesondere bei erwachsenen Tieren, nicht feststellen. Ebensowenig ist in solchen Fällen, bei denen in späteren Stadien und bei ausgewachsenen Tieren nur ein Metatarsale gefunden wird, mit Sicherheit zu sagen, ob eine Spaltung der einheitlichen Anlage ausgeblieben ist oder ob eine Verschiebung des abgespaltenen Stückes statt hatte, die nun eine Grundphalanx des accessorischen Gliedes vortäuscht" (M. Kaufmann-Wolf, p. 23).

Ich habe vorhin schon gesagt, dass die beiden in Fig. 3 dargestellten Hühnerfüsschen mit dem von M. Kaufmann-Wolf abgeteilten Stadium E in Uebereinstimmung stehen. Für den linken Fuss (Fig. 3d) bedarf es keiner besonderen Begründung mehr. Ich brauche hierfür nur auf die Abbildung und die Beschreibung zu verweisen. Etwas schwieriger liegen die Verhältnisse bei dem rechten Fuss (Fig. 3c). Beim linken Fuss haben wir einen den beiden Zehen gemeinsamen Metatarsus, während sich beim rechten ausserdem noch ein zweites Knochenstück findet. Es könnte scheinen, dass wir es hier mit der Grundphalanx von a zu tun haben, dass diese mithin aus vier Phalangen bestehe. Aber die Lage und Form machen es viel wahrscheinlicher, dass hier einer von den Fällen vorliegt, in denen M. Kaufmann-Wolf eine Abtrennung von dem den beiden Zehen gemeinsamen

Metatarsus beobachten konnte, dass sich das abgesprengte Stückchen nicht als Grundphalanx von a repräsentiert, sondern als besonderer Metatarsus für die accessorische Zehe, welche demnach also die der Regel entsprechende Phalangenzahl drei zeigt. Auffallend ist hier die beiderseits ungleiche Ausbildung der Hyperdaktylie. Wir haben sie auch schon bei dem Vater dieses Stammes beobachten können, dessen Typus das beschriebene Hühnchen übrigens vollkommen wiedergibt.

III. Typus. (Fig. 4.)

Die beiden Zehen I und a des rechten Fusses (Fig. 4a) erscheinen bei äusserlicher Betrachtung innig miteinander verwachsen und zeigen nur in ihren distalen Partien eine deutliche Trennung. Sie bilden hier einen Winkel von etwa 45°. Sonst finden sich äusserlich am Fusse keine Besonderheiten.

Dagegen zeigt das Skelett des Fusses (Fig. 4c) ein ganz anderes Bild, als nach seiner äusseren Beschaffenheit zu erwarten wäre. Beide Zehen entspringen gemeinsam vom Laufknochen durch Vermittelung eines gemeinsamen Metatarsus, der in der Art der Anlagerung an den Tibiotarsus und in der Form von dem der oben beschriebenen Füsse nicht abweicht. An ihn schliessen sich, deutlich voneinander getrennt, jedoch ziemlich parallel verlaufend, die Phalangenskelette der beiden Zehen I und a. Beide Zehen bestehen nur aus zwei Phalangen und unterscheiden sich darin von den bereits erwähnten Fällen, in denen zwar der Hallux stets nur zwei Phalangen, die überzählige Zehe jedoch fast stets drei Phalangen aufweist.

Ein ganz anderes Bild bietet der demselben Hühnchen angehörige linke Fuss (Fig. 4b). Beide Zehen haben einen auch äusserlich recht deutlich erkennbaren gemeinsamen Ursprung. Der Teil des Fusses, von dem die beiden Zehen ausgehen, ist durch eine Hautfurche deutlich gegen den übrigen Fuss und den Tibiotarsus abgesetzt. In einer Ausdehnung von nicht ganz $^1/_2$ cm ist auch ihr Verlauf anscheinend gemeinsam. Dann aber wendet sich die accessorische Zehe plötzlich scharf aufwärts, während die normale erste Zehe abwärts gerichtet ist und den Boden berührt. Beide Zehen stehen nach der Trennung zueinander in einem Winkel von 90°.

Das Ergebnis der inneren Untersuchung kann nach der Feststellung dieser äusserlichen Tatsachen nicht mehr sonderlich über-

raschen. Beiden Zehen (Fig. 4d) ist nicht nur der Metatarsus, sondern bis zu einem gewissen Grade auch die Grundphalanx gemeinsam. Der Metatarsus liegt wie gewöhnlich an der medialen Seite des Tibiotarsus, mit diesem anscheinend knöchern fest verwachsen. Mit ihm ist durch ein Gelenk ein ziemlich grosses Knochenstück verbunden, das seiner Form und Lage nach als die Grundphalanx der beiden Zehen I und a bezeichnet werden muss und anscheinend eine Verschmelzung von zwei ursprünglich getrennten Knochen darstellt. An ihm bemerkt man zwei Gelenkflächen, welche die Phalangen für die beiden Zehen tragen und zwar für die abwärts gerichtete normale erste eine, für die accessorische Zehe a zwei, so dass wir als Phalangenzahlen auch in diesem Falle wieder die den allgemeinen Erfahrungstatsachen entsprechenden Zahlen 2 und 3 haben.

Auffallend ist bei diesem Untersuchungsobjekt die Tatsache, dass am rechten Fuss beide Zehen aus der gleichen Anzahl von Phalangen zusammengesetzt sind, während die Phalangenzahl der accessorischen Zehe sonst meist 2 bezw. 3 ist. Der Befund an diesem Orpingtonhühnchen steht wohl in Uebereinstimmung mit einigen von M. Kaufmann-Wolf (Fig. 17, 22 im Text und Tafel XII, Fig. 6) beschriebenen und abgebildeten Fällen beim Houdanhuhn. In diesen handelt es sich ihrer Ansicht nach um eine „abortive Ausbildung“ der Zehe a, die wahrscheinlich schon in den frühesten Entwicklungsstadien durch Abknickung des accessorischen Strahles zustande gekommen ist. M. Kaufmann-Wolf stützt sich dabei auf den auf Tafel XII, Fig. 6 wiedergegebenen Fall. Die accessorische Zehe ist hier gegen den Metatarsus stark verschoben, steht jedoch mit diesem noch durch eine schmale Knochenbrücke in Verbindung, so dass sich hier die unterste Phalanx als ein abgesprengtes Metatarsusstück repräsentiert. Man könnte auch in unserem Falle eine derartige Entstehungsweise annehmen, sie ist jedoch unwahrscheinlich. Es müssten denn schon für die accessorische Zehe ursprünglich nur eine einzige Phalanz vorgebildet gewesen und die Verbindung mit dem Metatarsus I im Verlaufe der Entwicklung verloren gegangen sein. Vielmehr glaube ich diesen Fall von Hyperdaktylie mit dem von M. Kaufmann-Wolf in Textfigur 8 wiedergegebenen Falle identifizieren zu können, bei dem beide Zehen von einem gemeinsamen Metatarsus ausgehen und jede derselben nur zwei Phalangen aufweist. Es ist also hier eine Spaltung des Metatarsus unter-

blieben. In dem erwähnten Falle von M. Kaufmann-Wolf ist eine solche übrigens in Gestalt einer flachen Einkerbung am Metatarsus leicht angedeutet. Von der Variabilität der Phalangenzahl bei der accessorischen Zehe haben wir also auch hier einen Beweis.

Es ist schon öfter darauf hingewiesen worden, dass der bei weitem häufigste Ausgangspunkt des accessorischen Gliedes der Metatarsus ist. Die Spaltung kann auch diesen betreffen. Diese Fälle stellen nach der Einteilung, die Anthony (p. 725) aufgestellt hat und der sich die meisten Autoren angeschlossen haben, den am weitesten ausgebildeten Grad der Hyperdaktylie dar. Viel seltener kommen diejenigen Grade vor, bei denen die Spaltung nicht schon den Metatarsus I betrifft, sondern viel weiter distal von einer der Phalangen des Hallux ausgeht. Solche Spaltungsgrade sind von Anthony und Delplanques an verschiedenen Objekten beschrieben worden, und, worauf schon bei der Besprechung des sechszehigen Fusses in dieser Arbeit hingewiesen worden ist, neuerdings von M. Kaufmann-Wolf. Die Untersuchungen M. Kaufmann-Wolfs erstrecken sich nur auf Hühnchen, bei denen die Spaltung von der Grundphalanx ihren Ausgang nimmt. Weiter distal gelegene Verdoppelungen der Zehe I hat sie unter ihrem Material nicht finden können. Interessant ist bei ihren Beobachtungen, dass auch bei diesem Grade sich die mannigfachsten Varianten finden. Die Verdoppelung kann sich nur in einer kleinen flachen Einkerbung an der Spitze der Grundphalanx zeigen, so dass dann die akzessorische Zehe nur durch einen kleinen Höcker repräsentiert wird. Bei tiefer gehender Spaltung kann die Grundphalanx die Gestalt einer zweizinkigen Gabel annehmen. Die Gemeinsamkeit der Grundphalanx für die beiden Zehen ist dann nur noch durch eine mehr oder weniger starke Knochenbrücke angedeutet. In solchen Fällen besteht die accessorische Zehe aus zwei, ja auch aus drei Phalangen, je nachdem eine weitere Unterteilung eingetreten ist oder nicht. Unter die Fälle dieses Ausbildungsgrades der Hyperdaktylie muss auch der oben beschriebene Orpingtonfuss gerechnet werden. Eine Teilung des Hallux oder jedenfalls doch der Beginn einer solchen, lässt sich auch an ihm nachweisen.

IV. Typus. (Fig. 5.)

Der rechte Fuss (a) besitzt nur vier völlig ausgebildete Zehen, von denen drei nach vorn stehen. Eine, die erste Zehe,

ist ganz nach hinten gerichtet und hat etwa 4 mm von ihrem Ursprung am Laufknochen einen kleinen, leicht beweglichen Auswuchs von vielleicht Stecknadelkopfgrösse. Der linke Fuss (b) zeigt bei der äusserlichen Betrachtung in seinem Bau keine wesentliche Abweichung von der Regel. Die nach hinten gerichtete erste Zehe ist etwa 10 mm lang und auffallend stark entwickelt. Bei der Besichtigung mit der Lupe zeigt sich, dass der Nagel deutlich gespalten ist.

Am aufgehellten Präparat nimmt man folgende Besonderheiten wahr: Am Tibiotarsus des rechten Fusses (Fig. 5c) befindet sich ein kleiner, aber trotzdem deutlich erkennbarer Knochenvorsprung, der mit jenem wahrscheinlich gelenkig verbunden ist. Es ist der Metatarsus. An diesen schliessen sich die der Hinterzehe zugehörigen drei Phalangen an. Unterhalb der ersten Phalanx fällt bei Lupenbetrachtung ein winziges Knochen- (oder Knorpel-) Stück ins Auge, dessen Lage dem oben erwähnten kleinen Auswuchs an der der Tibia abgewendeten Seite der Hinterzehe entspricht und das zu diesem in engster Beziehung zu stehen scheint. Einigen Schwierigkeiten begegnet man nun bei der Entscheidung der Fragen, in welchem Gebilde man die accessorische Bildung zu erblicken hat, und welcher Bedeutung dem erwähnten kleinen Knochenstück beizulegen ist.

Bei der Durchsicht des M. Kaufmann-Wolfschen Materials (Textfigur 25, p. 29) fällt das Bild eines Hühnchens auf, das mit dem unserigen eine grosse Aehnlichkeit aufweist. An der Stelle, an welcher die Zehe I liegen müsste, ist hier nur ein kleines isoliertes Knorpelstückchen sichtbar, das nach M. Kaufmann-Wolfs Ansicht den Rest des Hallux darstellt. Der Hallux ist in diesen Fällen von der accessorischen Zehe fast völlig verdrängt und ersetzt worden, so dass man sehr leicht den Eindruck haben kann, als ob überhaupt keine Hyperdaktylie vorhanden wäre. Die relative Seltenheit dieser „abortiven Ausbildung“ des Hallux erklärt sich daraus, dass die normale erste Zehe ein längst fixiertes Gebilde ist, dass aber die Wirkungen der von ihr ausgehenden Neubildung sich schliesslich doch geltend machen und die Kraft des Mutterorgans schliesslich erlahmt, während das neu entstandene Organ einer kräftigen Entwicklung entgegengeht.

Diesem Befunde entsprechend, halte ich in meinem IV. Typus die am weitesten tibial gelegene 3gliedrige Zehe für die

akzessorische und das darunter liegende kleine Knochenstück für den rudimentären Hallux.

Am linken Fuss fanden sich bei der äusseren Besichtigung ausser einer auch nur mit der Lupe gut erkennbaren Spaltung des Nagels (Fig. 5b) ebensowenig Anzeichen einer überzähligen Bildung wie bei dem rechten Fuss desselben Hühnchens. Ueberraschend war daher das Ergebnis der Aufhellung: Diese liess klar und deutlich zwei fast völlig voneinander getrennte, nebeneinander herlaufende Zehenskelette erkennen. Wie die vorliegende Zeichnung erkennen lässt, liegt unmittelbar am Tibiotarsus ein Knochen, den wir als den Metatarsus für die beiden Zehen bezeichnen müssen. An ihn schliessen sich zwei weitere kleine Knochen an, von denen der am weitesten distal gelegene die Form eines nach unten und aussen offenen rechten Winkels hat.

Betrachtet man das Aufhellungsbild Fig. 5d, so kann man die Beziehung der beiden Knochenstücke zu den medial gelegenen abortiven Zehen übersehen. Am wahrscheinlichsten ist die Deutung, dass das erste auf den Metatarsus folgende Knochenstückchen die beiden miteinander verwachsenen Phalangen der Zehen I und a darstellt. In dem darauf folgenden rechtwinkeligen Knochenstückchen sind die beiden folgenden Phalangen verschmolzen, und ausserdem liegt in dem distal ragenden Schenkel noch die dritte Phalanx der Zehe I verborgen, während diese Phalanx in der Zehe a frei liegt. Dann folgen in beiden Zehen die freien Endphalangen. Es ist aber zuzugeben, dass auch andere Deutungen möglich sind.

V. Typus. (Fig. 6.)

Dieser Typus stellt den schwächsten Grad der vom Orpingtonhahn übertragenen Hyperdaktylie dar. Der rechte Fuss (Fig. 6a) zeigt gar keine Andeutung von einer überzähligen Bildung. Er entspricht in seinen äusseren Strukturen ganz den Verhältnissen, wie wir sie beim normalen, d. h. vierzehigen Fuss vorfinden. Von den vier Zehen sind II, III, IV nach vorn gerichtet, der Hallux liegt hinten. Ebensowenig wie bei der äusserlichen Besichtigung, lässt sich am aufgehellten Präparat Hyperdaktylie nachweisen (Fig. 6c).

Anders als bei dem rechten Fuss liegen die Verhältnisse beim linken Fuss desselben Hühnchens (Fig. 6b). Aeusserlich fällt bei diesem eine gewisse Aehnlichkeit mit dem zu den Züchtungs-

versuchen verwandten Hahn auf. Die beiden Zehen stehen, wie bei allen Fällen von Hyperdaktylie, nach hinten. Man nimmt auch äusserlich ihren gemeinsamen Ausgang vom Tibiotarsus wahr. Auf eine Strecke von ca. $^1/_2$ cm verlaufen beide gemeinsam, dann aber wendet sich die accessorische Zehe plötzlich nach oben um und bildet mit der Zehe I, die beim Aufrechtstehen den Boden berührt, einen Winkel von 60°. Eine wesentliche Verschiedenheit von dem Orpingtonhahn lässt das Aufhellungspräparat erkennen (Fig. 6d). Während bei diesem die Spaltung auch den Metatarsus betraf, sodass in der Tat hier beide Zehen vollkommen voneinander getrennt am Tibiotarsus entsprangen, ist bei dem hier vorliegenden Füsschen die Verdoppelung der Zehen eine weit weniger tiefgreifende, da die Spaltung der Zehen hier viel weiter distalwärts lokalisiert ist. Ausser dem für beide Zehen, den Hallux und die accessorische Zehe, gemeinsamen Metatarsus, sehen wir hier auch noch eine gemeinschaftliche Grundphalanx. Diese trägt die den beiden Zehen entsprechenden Phalangen, und zwar hat der Hallux eine, die accessorische Zehe noch zwei Phalangen.

Wir haben es also auch hier wieder mit einem Falle zu tun, wie sie schon vorher (III. Typus) eine eingehende Besprechung fanden. Ich brauche daher nur auf die dortigen Erörterungen hinzuweisen.

Nachdem wir hiermit die Varianten der Hyperdaktylie beim Orpingtonhuhn kennen gelernt haben, untersuchen wir noch kurz die entsprechenden Bildungen beim Landhuhn.

Der für die Zuchtversuche verwandte Landhahn (Fig. 7) zeigt im Röntgenbild des Fussskeletts folgende Einzelheiten: Der rechte Fuss besitzt einen den beiden Zehen, der normalen ersten Zehe und der accessorischen, gemeinsamen Metatarsus, der mit dem Tibiotarsus in Verbindung steht. An ihn legen sich die beiden Zehen an, und zwar an seiner tibialen Kante die accessorische Zehe mit drei Phalangen, nach abwärts der Hallux mit zwei Phalangen. Der linke Fuss hat ebenfalls einen einzigen, beiden Zehen gemeinsamen Metatarsus, der jedoch in seiner Form mit dem des rechten nicht in Uebereinstimmung steht. Während der Metatarsus des rechten Fusses länglich, ziemlich schmal, S-förmig gekrümmt und nach abwärts gerichtet ist, erscheint der linke breit und zeigt an seinem distalen Ende zwei durch eine leichte Einkerbung voneinander getrennte kondylenartige Auftreibungen, an denen sich die beiden Zehen mittels eines Gelenkes ansetzen. Die Zusammensetzung und die Ausbildung des Phalangenskeletts der

beiden hier interessierenden Zehen, ist die gleiche wie beim rechten Fuss. An den übrigen Teilen des Fussskeletts finden sich keine Besonderheiten.

Unter den von diesem Hahn abstammenden Hühnchen fällt zunächst eines auf, das in gewisser Beziehung dem unter Typus I beschriebenen Orpingtonhühnchen entspricht. Es hat an der linken Seite sechs Zehen, von denen die drei oberen und medial stehenden einen rudimentären überschüssigen Fuss darstellen. Er steht deutlich oberhalb der dritten Zehe des normalen Fusses. Die oberste Zehe des überschüssigen Fusses ist gut ausgebildet und etwa 1 cm lang. Sie ist unter spitzem Winkel nach oben gerichtet und mit ihr die beiden anderen Zehen. Diese sind zu einem kurzen Stumpf vereinigt, der scheinbar auch nur eine Zehe ausmacht, die Lupe zeigt aber hier wie beim Orpingtonhühnchen eine tiefe Rille als Beweis für die Doppelnatur des Nagels und der obersten Phalanx. Auffallenderweise hat dieses Hühnchen rechts einen völlig normalen Fuss, und auch nach der Aufhellung waren überzählige Bildungen nicht zu bemerken. Wie bei der äusserlichen Betrachtung, so zeigt der linke Fuss auch nach erfolgter Aufhellung eine gewisse Aehnlichkeit mit dem oben beschriebenen und in Fig. 2 der Tafel wiedergegebenen linken Fuss des Orpingtonhühnchens; während aber dort ein einziger allen drei Zehen gemeinsamer Metatarsus besteht, bemerkt man bei dem vorliegenden Landhühnchen zwei deutlich voneinander getrennte Metatarsalknochen, von denen der am weitesten medial gelegene die beiden nach innen gelegenen Zehen trägt. In diesen würde man nach den oben gegebenen Erklärungen den Hallux und die zweite accessorische Zehe zu erblicken haben. Der lateral gelegene Metatarsus trägt die aus drei Phalangen bestehende erste accessorische Zehe. Diesen Fall kann man mit Recht den bereits bekannten Fällen von rudimentärer Hyperpodie zurechnen, bei ihm tritt ebenso wie bei dem Orpingtonhühnchen die von Braus und M. Kaufmann-Wolf hervorgehobene spiegelbildliche Anlage des rudimentären Fusses deutlich hervor, und ich brauche mich daher hinsichtlich der Erläuterung nur auf die bei der Beschreibung des sechszehigen Orpingtonhühnchens gemachten Ausführungen zu beziehen.

Unter den untersuchten Füssen von Landhühnern, die zu demselben Stamme wie das oben beschriebene gehörten, war am meisten der Typus vertreten, bei dem beide Zehen, Hallux und accessorische, gleiche Länge oder nur geringe Unterschiede in

dieser zeigten. Beide waren nach hinten gerichtet und besassen zwei Phalangen und meistens einen gemeinsamen Metatarsus. Diese Fälle entsprechen dem auf der Tafel in Fig. 4 abgebildeten Orpingtonfuss sowohl in ihrer anatomischen Beschaffenheit wie auch hinsichtlich ihrer Entstehung (vgl. M. Kaufmann-Wolf, Fig. 21). Der Metatarsus kann aber auch gespalten sein, wie ein Fall zeigt, der nach seiner äusseren Beschaffenheit zweifellos zu diesem Typus gehört. Ich möchte ihn mit dem unter Typus II beim Orpingtonhuhn beschriebenen Fall von Hyperdaktylie in Parallele setzen und hinsichtlich der Erklärung auf diesen zurückverweisen. Fig. 19 der M. Kaufmann-Wolfschen Arbeit zeigt den gleichen Fall; er ist hier dem Entwicklungsstadium E zugerechnet.

Von den durch die Züchtungen gewonnenen Hühnchen verdient weiterhin eines wegen seiner anatomischen Beschaffenheit besonderes Interesse. Der linke Fuss zeigt keinerlei Besonderheiten, er ist normal vierzehig. Beim rechten Fuss findet man dagegen an der lateralen Seite einen kleinen Höcker. Nach der Aufhellung ergibt sich, dass diesem am Skelett ein kleines Knöchelchen entspricht. Die Lage dieses Knochenstückes berechtigt zweifellos dazu, in ihm die rudimentäre Anlage der accessorischen Zehe zu erblicken. Welchem Teile der accessorischen Zehe dieses Knochenstück entspricht, lässt sich nicht sagen. Ein Vergleich mit den Abbildungen der M. Kaufmann-Wolfschen Arbeit ergibt aber eine auffallende Uebereinstimmung mit den Fällen, in denen M. Kaufmann-Wolf von einer abortiven Ausbildung der Zehe a, d. h. einer Abknickung des accessorischen Strahles spricht.

Eine weitere Variante der Hyperdaktylie beim Landhuhn stellte folgender Fall vor. Bei beiden Füssen scheinen die beiden in Frage kommenden Zehen, der Hallux und die accessorische Zehe, eng miteinander verbunden zu sein, sie sind beide scharf nach hinten gerichtet und durch eine tiefe Rinne deutlich gegen den übrigen Fuss abgesetzt, so dass man auch hier den Eindruck von der Anlage eines rudimentären überzähligen Fusses hat. Beim linken Fuss ist die überzählige Bildung nur durch eine sehr starke Verbreiterung der nach hinten stehenden Zehe und durch eine kleine Einkerbung an ihrem distalen Ende angedeutet. Die Aufhellung ergibt aber, dass hier zwei völlig voneinander getrennte Zehen vorhanden sind, denen nur der Metatarsalknochen gemeinsam

ist. An diesen setzen sich für jede Zehe je zwei Phalangen an, sodass wir es also auch hier mit der bereits oben beschriebenen Variante der Hyperdaktylie zu tun haben, wie sie uns das in Fig. 4a der anliegenden Tafel abgebildete Orpingtonhühnchen zeigt. Der rechte Fuss dieses Landhühnchens bietet nun ein wesentlich anderes Bild. Der Metatarsalknochen ist hier gegabelt. Beide Gabeln stehen in spitzem Winkel zueinander und tragen an ihrem distalen Ende je eine Phalanx. Man geht wohl kaum fehl in der Annahme, dass die Gabelung als Ausdruck der Abtrennung der akzessorischen Zehe vom Hallux aufzufassen ist und hier also ein Analogon zu dem in Fig. 4b wiedergegebenen Orpingtonfuss vorliegt, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Teilung weiter proximal vor sich geht. Aehnliche Verhältnisse zeigen sich auch bei einem von M. Kaufmann-Wolf auf Tafel XII, Fig. 5 wiedergegebenen Houdanhühnchen. Hier findet sich jedoch an der der accessorischen Zehe entsprechenden Gabel zwischen ihrem Ursprung und distalen Ende eine starke Verjüngung als Ausdruck der bereits weiter vorgeschrittenen Abtrennung eines akzessorischen Metatarsalknochens.

Einer Erwähnung wert ist schliesslich noch ein Landhühnchen, bei dem die uns interessierenden beiden Zehen bei oberflächlicher Betrachtung wenigstens auf eine Ausdehnung von etwa 4 mm miteinander in enger Verbindung stehen. Erst dann erfolgt die Trennung. Die typische I. Zehe ist beiderseits nur sehr schwach ausgebildet, rechts etwas mehr als links, dagegen fällt die accessorische Zehe durch ihre ziemliche Länge auf (ca. 7 mm). Das aufgehellte Präparat des rechten Fusses lässt deutlich einen den beiden Zehen gemeinsamen Metatarsus erkennen. An ihn setzen sich die Zehen an, die beide nur aus zwei Phalangen bestehen. Die unterste Phalanx der am weitesten aussen gelegenen Zehe fällt durch ihre ausserordentliche Länge auf. Auf ihr sitzt die nur kleine Nagelphalanx. Die typische I. Zehe entspricht in ihrem Skelett dem Befunde bei der oberflächlichen Betrachtung durchaus. Die unterste Phalanx ist nur sehr schwach entwickelt. Am linken Fuss ist hinsichtlich der accessorischen Zehe der Befund derselbe wie rechts. Der Hallux ist in seiner Entwicklung auf einem noch früheren Entwicklungsstadium stehen geblieben. Die Grundphalanx ist nur in Gestalt eines kleinen dreieckigen Knochenstückchens vorhanden und auch die Nagelphalanx ist nur ganz schwach ausgebildet. Die Genese dieses Falles entspricht

den Fällen, in denen nach M. Kaufmann-Wolf die normale Weiterentwicklung des mütterlichen Organs durch das Wachstum des Tochterorgans, also der accessorischen Zehe, stark beeinträchtigt wird. Es handelt sich auch hier um einen der seltenen Fälle von abortiver Ausbildung des Hallux, wie wir sie auch bei dem in Fig. 5a abgebildeten Orpingtonhühnchen vor uns hatten.

Erwähnen möchte ich zum Schluss noch, dass unter den untersuchten Füsschen sich nur ein einziges fand, das genau den Typus des Stammvaters, und zwar seines linken Fusses, wiedergab.

D. Zur Aetiologie der Hyperdaktylie.

Es kann nicht meine Absicht sein, dieses grosse und schwierige Problem mit Berücksichtigung der vorhandenen Hypothesen zu erörtern. Vielmehr soll hier nur die Bedeutung meiner Untersuchungs-Ergebnisse für die Aetiologie der Hyperdaktylie hervorgehoben werden.

Die älteren Diskussionen über dieses Problem erörterten wesentlich die Frage, ob die Hyperdaktylie als Rückschlag auf einen vielstrahligen Urtypus der Hand und des Fusses gelten müsse (Darwin, K. von Bardeleben, Kollmann u. a.), oder ob sie eine Missbildung sei (Gegenbaur, Foerster, Marchand, Jolly, Zander, Ballowitz u. a.). In bezug auf den Hühnerfuss kann es nach den Untersuchungen von M. Kaufmann-Wolf und nach H. Braus als sicher gelten, dass die atavistische Hypothese, welche in den überzähligen Elementen Reste meist fehlender vollwertiger Zehen eines vielstrahligen Urfusses sah, für dieses Objekt definitiv widerlegt ist. Es handelt sich also ohne Zweifel um eine Missbildung, deren Entstehung noch aufzuklären ist.

Die neuere entwicklungsmechanische Forschung hat bewiesen, dass diese Missbildung bei Amphibien experimentell hervorgerufen werden kann. Nachdem schon frühere Beobachter, z. B. Bonnet (1777), das gelegentliche Auftreten der Hyperdaktylie bei Tritonen nach künstlicher Verletzung der Hände beobachtet hatten, unternahmen Piana und D. Barfurth (1894) Experimente an Tritonen und erhielten hyperdaktyle Bildungen nach Verletzungen. Barfurth variierte systematisch die Art der Verletzung und ermittelte dadurch die Ursache der auftretenden Hyperdaktylie. Die

von ihm experimentell beim Axolotl erzeugte Hyperdaktylie führte er auf den Umstand zurück, dass bei seiner Operationsmethode die Hand über dem Carpus amputiert und zentralwärts über der Amputationsfläche noch ein tiefer Einschnitt durch Radius oder Ulna hindurch gemacht wurde. Dadurch wurde der Organismus gezwungen, seine regenerative Potenz nicht an einer, sondern an zwei oder mehreren Stellen zu betätigen und durch eine überschüssige Regeneration, die er damals schon „Superregeneration" nannte, überzählige Gliedmassenteile zu liefern. „Denn darin liegt wohl das Wesentliche: ist die Verwundung so beschaffen, dass nicht ein, sondern zwei oder noch mehr Regenerationszentren auftreten, so kann die Produktion überschüssiger Gliedmassen erfolgen. Bleiben diese Zentren getrennt, so erfolgt sie wirklich; fliessen sie bald nach ihrer Auslösung zusammen, so entsteht nur eine einfache Hand oder die normale Fingerzahl" (Barfurth, 1894, p. 106—107). Später (1896) veröffentlichte G. Tornier die Ergebnisse ähnlicher Experimente an Triton cristatus und neigte sich der Barfurthschen Erklärung des Phänomens zu, „dass eine Vermehrung der Zahl der regenerierenden Punkte die Hyperregeneration begünstigen muss." Derselbe Forscher hat dann durch fortgesetzte Experimente an Amphibien und ihren Larven schöne Doppelbildungen von Gliedmassen und Gliedmassenteilen erzielt.

Barfurth hatte ausser der regenerativen Hyperdaktylie der Entstehung nach noch eine im Keim liegende, ontogenetische unterschieden. Während die regenerative Hyperdaktylie nicht vererbbar ist, wie Versuche von G. Tornier gezeigt haben, ist die in der Ontogenie begründete Hyperdaktylie nach den Versuchen von D. Barfurth an Hühnern vererbbar. Es bleibt aber noch die Frage zu lösen, ob die erbliche Uebertragung direkt durch das Keimplasma geschieht, oder indirekt durch ein vererbbares fehlerhaftes Amnion, welches die Anlagen von Hand und Fuss verletzt und dadurch Superregeneration auslöst. Auch liegt natürlich die Möglichkeit vor, dass beide Faktoren gelegentlich wirksam sind und Hyperdaktylie hervorbringen. Barfurth hat hiernach eine embryogene und eine amniogene Hypothese der Entstehung einer Hyperdaktylie unterschieden. Anhänger der amniogenen Entstehung sind Zander, G. Tornier, Ballowitz u. a., während andere Forscher, wie W. Kümmel, F. Klaussner, D. Barfurth, E. Schwalbe u. a.

der Meinung sind, dass beide Hypothesen gelegentlich berechtigt sein können.

Für das Huhn haben nun M. Kaufmann-Wolf und D. Barfurth festgestellt, dass Amnion-Anomalien als Entstehungsursache der Hyperdaktylie nicht gefunden wurden. Auch ich habe bei meinen Untersuchungen hyperdaktyler Füsse des Orpingtonhuhns und des Landhuhns niemals Amnionfäden beobachtet, die als auslösende Ursache dieser Missbildung hätten angesprochen werden können. Ich muss deshalb annehmen, dass die Ursache für das Auftreten der Hyperdaktylie in der Keimesanlage des Embryo selber gelegen ist und dadurch der erblichen Uebertragung zugänglich wird, wenn es auch dunkel bleibt, wie diese Anlage in die Keimzelle des Hahns und der Henne ursprünglich hineingekommen ist. Die neuere Forschung hat ja zahlreiche Fälle von Vererbung pathologischer Zustände und Missbildungen aufgedeckt, die von Fr. Martius (52), E. von Hippel (38a), A. Peters (55), O. Körner (46) u. a. mitgeteilt wurden und in dem umfassenden Werk über die Morphologie der Missbildungen der Menschen und der Tiere, herausgegeben von E. Schwalbe (62) Berücksichtigung finden. Für den Menschen speziell gelten die wertvollen Quellenangaben des Francis Galton Laboratory for National Eugenics (67a).

E. Ergebnisse.

1. Die Hyperdaktylie am Fuss der Orpingtonhühner und der Landhühner kann vom Hahn allein und von der Henne allein übertragen werden. Es wird dabei nur die Missbildung im allgemeinen, nicht die besondere Variante derselben vom Elter auf die Nachkommen übertragen.
2. Die Varianten der Hyperdaktylie bei Orpington- und Landhühnern entsprechen den von M. Kaufmann-Wolf beim Houdanhühnchen gefundenen in allen wesentlichen Typen.
3. Es wurden fünf Typen gefunden und in vorstehender Arbeit beschrieben.
4. Amnionreste als auslösende Ursache der Hyperdaktylie wurden nicht gefunden.

Literatur.

1. Ahlfeld, Die Missbildungen des Menschen. Leipzig 1880.
2. Albrecht, P., Ueber den morphologischen Wert überzähliger Finger und Zehen. Centralblatt f. Chirurgie. 1886, No. 24, Beilage.
3. Anthony, R., Étude sur la polydactylie chez les gallinacés (poulet domestique). Journal de l'anatomie et de la physiologie. XXXV année. 1899, p. 711.
4. Anthony, R. et Salmon, J., Sur un cas de schistomélie chez un jeune poulet (monstre double lamboide). „Journal de l'anatomie et de la physiologie". XXXVI année. 1900, p. 121.
5. Ballowitz, E., Ueber die Hyperdaktylie des Menschen. Klin. Jahrb., Bd. 13, p. 143. Jena 1904.
6. Ballowitz, E., Das Verhalten der ossa sesamoidea an den Spaltgliedern der Hyperdaktylie des Menschen. Virchow Archiv, Bd. 178. 1904.
7. Bardeleben, Karl von, Hand und Fuss. Referat. S. A. a. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft. VIII, 1894.
8. Barfurth, D., Die experimentelle Regeneration überschüssiger Gliedmassenteile (Polydaktylie) bei den Amphybien. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. I, H. 1. 1894.
9. Barfurth, D., Experimentelle Untersuchung über die Vererbung der Hyperdaktylie bei Hühnern. 1. Der Einfluss der Mutter. S. A. aus d. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. 26. Leipzig 1908.
10. Barfurth, D., Experimentelle Untersuchung über die Vererbung der Hyperdaktylie bei Hühnern. 2. Der Einfluss des Vaters. S. A. a. d. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. 26. Leipzig 1909.
11. Barfurth, D., Experimentelle Untersuchung über die Vererbung der Hyperdaktylie bei Hühnern. III. Mitteilung: Kontrollversuche und Versuche am Landhuhn. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. 31. 1911.
12. Barfurth, D., Ein rudimentärer „Präpollex". Sitzungsberichte und Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Rostock. Neue Folge. Bd. II. 1911.
13. Barfurth, D., Experimentelle Untersuchung über die Vererbung der Hyperdaktylie bei Hühnern. IV. Mitteilung: Der Flügelhöcker des Hühnchens, eine rudimentäre Hyperdaktylie. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. 33. 1911.

14. Barfurth, Walter, Ueber Hyperdaktylie. Diss. Rostock. 1909.

15. Baur, G., Der Tarsus der Vögel und Dinosaurier. Eine morphologische Studie. Morphol. Jahrbuch. 1883, p. 417—456.

16. Brauns, Hans, Intrauterine Gliederablösung und Zerreissung des Amnion durch amniotische Fäden. Rost. Diss. 1894.

17. Braus, H., Entwicklung d. Form d. Extremitäten u. d. Extremitätenskeletts aus O. Hertwig, Handbuch der vergleichenden u. experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. III, 7, 2, p. 167 ff. Jena 1906.

18. Braus, H., Entwicklungsgeschichtliche Analyse der Hyperdaktylie. Vortrag im naturhist.-med. Verein (med. Sekt.) zu Heidelberg am 5. Nov. 1907 Münchener med. Wochenschrift. 55. Jahrg. (1908).

19. Brandenberg, Fritz, Missbildung und Heredität. Zeitschrift für orthopädische Chirurgie. Bd. 21. 1908.

20. Castle, E. W., The Origin of a polydactylous race of Guinea-pigs. Published by the Carnegie Institution of Washington: May 1906. Papers of the Station for experimental evolution at Cold Spring Harbor, Newyork No. 5.

21. Cowper, John, On the pentadactylous pes in the dorking fowl, a variety of the gallus domesticus, with especial reference to the hallux. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XX. 1886, p. 593.

22. Cowper, John, On Hexadactylism, with especial Reference to the signification of its occurrence in a variety of the gallus domesticus. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XXIII. 1889, p. 242—249.

23. Delplanque, E., Études tératologiques. Douai Lucien Crepin, Éditeur. Imprimeur des Sociétés scientifiques et littéraires de Douai 1869 (in Strassburg vorhanden). Zitiert nach Kaufmann-Wolf und D. Barfurth.

24. Fackenheim, J., Ueber einen Fall von hereditärer Polydaktylie mit gleichzeitig erblicher Zehenanomalie. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. XXII. 1888, p. 343—385.

25. Fischel, A., Ueber den gegenwärtigen Stand der experimentellen Teratologie. Verhandlungen der Deutschen Pathologischen Gesellschaft. V., 1902.

26. Förster, A., Die Missbildungen des Menschen. Jena 1861.

27. Froriep, A., Diskussion zu dem Vortrag von Kollmann: Handskelett und Hyperdaktylie. Vers. d. anat. Gesellschaft 1888.

28. Fürbringer, Max, Morphologische Streitfragen. 1. Nervus trochlearis. 2. Rabl's Methode und Behandlung der Extremitätenfrage. (S. A. aus Morpholog. Jahrbuch XXX. 1/2). Leipzig 1902.

29. Fürbringer, Max, Untersuchungen zur Morphologie u. Systematik der Vögel. Teil 2. Allgem. Amsterdam 1888.

30. Gadow, Dr., H. G., Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. VI. Vierte Abteilung. Vögel. I. Anatomischer Teil. Leipzig 1891.

31. Gegenbaur, C., Vergleichende anatomische Bemerkungen über das Fussskelett der Vögel. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1863, p. 450—472.

32. Gegenbaur, C., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Heft 1. Leipzig 1864.

33. Gegenbaur, C., Kritische Bemerkungen über Polydaktylie als Atavismus. Morphol. Jahrb. VI. 1880.

34. Gegenbaur, C., Ueber Polydaktylie. Morphol. Jahrb., Bd. 14, p. 394—406.

35. Ghigi, A., Sulla polidattilia Gallinacei. Monit. Zool. Italia. Anno 12. No. 7, p. 178—179. 1901.

36. Ghigi, A., Anomalie negli arti posteriori di un pollo (con 4 figure). Monit. Zool. Italia. Anno 12. Firenze No. 9, p. 260. 1901.

37. Ghigi, A., Sul significato morfologico della polidattilia nei Gallinacei in Ricecche Lab. Anat. Roma. Vol. VIII, p. 139—148. 1901.

38. Grönberg, G., Beiträge zur Kenntnis der polydaktylen Hühnerrassen. Anat. Anz. 1894. 9. Bd., p. 509 ff.

38a. Hippel, E. von, Ueber die Entstehungsweise der typischen angeborenen Spaltbildungen (Colobome) des Augapfels. Graefe's Archiv f. Ophthalmologie. Bd. 55. 1903.

39. Howes, G. B. and Hill, J. P, On the pedal selection of the dorking fowl, with remarks on hexadactylism and phalangeal variation in the amniota. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XXVI, p. 395. 1891.

40. Inhelder, Alfr., Fälle von Polydaktylie beim Menschen und Haustieren. Diss. Bern. 1904.

41. Jolly, F., Ueber Polydaktylie mit Missbildung des Armes. Internat. Beiträge zur wiss. Medic. Virchow-Festschrift. I. Band. Berlin 1891.

42. Kaufmann-Wolf, Marie, Embryologische und anatomische Beiträge zur Hyperdaktylie (Houdanhuhn). Morphol. Jahrb., Bd XXX, H. 4. 1908.

43. Kirchner, A., Zur Aetiologie und pathologischen Anatomie des typischen angeborenen Klumpfusses, nebst Bemerkungen zur Aetiologie anderer angeborener Missbildungen. Zeitschrift für orthopädische Chirurgie. Bd. 21. 1908.

44. Klaussner, Ferdinand, Ueber Missbildungen der menschlichen Gliedmassen und ihre Entstehungsweise. Wiesbaden 1900.

45. Kollmann, Handskelett und Hyperdaktylie. Vortrag. Anat. Gesellsch. 1888. Anatom. Anzeiger Bd. III.

46. Körner, O., Das Wesen der Otosklerose im Lichte der Vererbungslehre. Zeitschr f. Ohrenheilkunde. Bd. I. 1905.

47. Kümmel, W., Die Missbildungen der Extremitäten durch Defekt, Verwachsung und Ueberzahl. Bibliotheca medica, Abt. E., Heft 3. 1895.

47a. Lang, Karl, Hühner mit sechs Zehen. Der Zoolog. Garten. Bd. 27, p. 35. 1886.

48. Leboucq, H., Ueber Hyperphalangie bei Säugetieren. Anatom. Anz. Bd. XIII. Anatom. Gesellschaft 1896.

49. Leboucq, H., L'anatomie humaine et les tendances modernes de la morphologie. Gand, 1907.

50. Levin, E. G., Anatomische Untersuchung eines Kindes mit Polydaktylie aller vier Extremitäten und anderweitigen Missbildungen. Diss. Berlin 1895.

51. Marchand, Missbildungen in: Realencyklopädie der gesamten Heilkunde. herausgegeben von A. Eulenburg. Wien u. Leipzig 1888. Bd. XIII, p. 257—314.

52. Martius, Friedrich, Pathogenese innerer Krankheiten. Leipzig u. Wien 1908.

53. Mehely, Ludwig, Ueber das Entstehen überzähliger Gliedmassen. Math.-naturw. Berichte. Ungarn. Bd. 20, p. 239. 1902 (erschienen 1905). S. Jahresbericht f. Anatomie 1905, II. 109. Referat.

54. K. Menning, Beiträge zur Kenntnis des anatomischen Verhaltens bei Hyperdaktylie. Diss. Würzburg 1892.

55. Peters, A., Die Bedeutung der Vererbungslehre für die Augenheilkunde. Sammlung zwangloser Abhandlungen aus dem Gebiete der Augenheilkunde. Halle 1911.

55a. Pfitzner, W., Ein Fall von beiderseitiger Doppelbildung der fünften Zehe. Morphol. Arbeiten. Bd. 5. 1894.

56. Prentiss, C. W., Polydactylism in Man and the Domestic animals, with especial reference to digital variations in swine. Bull. Mus. comp. Zool. Harward College. Vol. 11, 1903, No. 6, p. 245—314. S. Referat in den Jahresberichten f. Anatomie 1903.

57. Rabl, Carl, Gedanken und Studien über den Ursprung der Extremitäten. S. A. aus: Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie. Bd. 70, 3. Leipzig 1901.

58. Reichenau, W. von, Ein fünfzehiger Raubvogel. „Kosmos", IV. Jahrg., Bd. VII, p. 318. 1880.

59. Rosenberg, A., Ueber die Entwicklung des Extremitätenskeletts bei einigen durch Reduktion ihrer Gliedmassen charakterisierten Wirbeltieren. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 23. 1873.

60. Rüdinger, Beiträge zur Anatomie des Gehörorgans, der venösen Blutbahnen der Schädelhöhlen, sowie der überzähligen Finger. München 1876.

61. Saint-Hilaire, Geoffroy, Histoire générale et particulière des anomalies Liv. V. Cap. II. 1832.

62. Schwalbe, E., Die Morphologie der Missbildungen des Menschen und der Tiere. Herausgegeben von E. Schwalbe. Jena, G. Fischer, 1906 ff.

63. Schwalbe, E., Ueber Extremitätenmissbildungen (Spalthand, Spaltfuss, Syndaktylie, Polydaktylie). Münch. med. Wochenschrift. Jahrg. 53. 1906.

64. Schwalbe, E., Genese der Missbildungen. Aus: Die Morphologie der Missbildungen von E Schwalbe. Jena 1906.

65. Sewertzoff, A. N., Die Entwicklung der pentadaktylen Extremität der Wirbeltiere. Anatom. Anzeiger. Bd. 25. 1904.

66. Sieglbauer, Felix, Zur Entwicklung der Vogelextremität. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 97. Bd. 1910. (Die Arbeit erschien nach Abschluss des Manuskriptes.)

67. Swedelin, Alexander, Ein Beitrag zur Anatomie der Doppeldaumen. Diss. Dorpat 1883.

67a. The Treasury of human Inheritance, University of London. Francis Galton Laboratory for National Eugenics. London 1909 ff.

68. Thilenius, G., Dr., Untersuchungen über die morphologische Bedeutung akzessorischer Elemente am menschlichen Carpus (und Tarsus). „Morpholog. Arbeiten (Dr. G. Schwalbe). Bd. V, H. 3." 1896.

69. Tornier, G, Ueber Hyperdaktylie, Regeneration u. Vererbung mit Experimenten. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. III. 1896.

70. Tornier, G., Hyperdaktylie u. Regenerationsexperimente und über eine neue Vererbungstheorie. Sitz.-Ber. Ges. naturforsch. Freunde. Berlin 1896, p. 24.

71. Tornier, G., Ueber 1. Schwanzregeneration und Doppelschwänze bei Eidechsen u. 2. Entstehungsursachen der Poly- und Syndaktylie der Säugetiere. Sitz.-Ber. d. Gesellschaft naturforschender Freunde. 1897. No. 5.

72. Tornier, G., Ueber Operationsmethoden, welche sicher Hyperdaktylie erzeugen, mit Bemerkungen über Hyperdaktylie u. Hyperpedie. Zoolog. Anzeiger. Bd. 20. 1897.

73. Tornier, G., Ueber experimentell erzeugte dreischwänzige Eidechsen und Doppelgliedmassen von Molchen und: Ueber Operationsmethoden, welche sicher Hyperdaktylie erzeugen, mit Bemerkungen über Hyperdaktylie und Hyperpedie. Zoolog. Anzeiger. 1897.

74. Tornier, G., Ein Fall von Polymelie beim Frosch mit Nachweis der Entstehungsursachen. Zoolog. Anzeiger. 1898.

75. Tornier, G., Entstehen eines Schweinhinterfusses mit fünf Zehen und der Begleiterscheinungen. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. XV. 1902.

76. Tornier, G., An Knoblauchskröten experimentell entstandene überzählige Hintergliedmassen. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. Bd. XX. 1905.

77. Tornier, G., Experimentelles und Kritisches über tierische Regeneration. Aus den Sitz.-Ber. d. Gesellschaft naturforschender Freunde. Jahrg. 1906.

78. Tornier, G., Ueber experimentell erzielte Kopf- und Hinterleibsvermehrungen bei Axolotlen und Fröschen. Sitz.-Ber. d. Gesellschaft naturforschender Freunde. Jahrg. 1907. No. 4.

79. Wiedersheim, R., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 7. Aufl. 1909.

80. Windle, C. A. Bertram, On the origin of double monstrosity. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XXIII, p. 390. 1889.

81. Windle, C. A. Bertram, Fifteenth report on recent teratological literature. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. XXXIX, p. 496. 1905.

82. Zander, R., Ist die Polydaktylie als theromorphe Varietät oder als Missbildung aufzufassen? Virchow Archiv. Bd. 125. 1892.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I u. II.

Fig. 1 a u. b. Skelett des rechten bezw. linken Fusses des Orpingtonhahnes. (Zuchthahn.)

Fig. 2 a u. b. Rechter und linker Fuss eines sechszehigen Orpingtonhühnchens. (Typ I.)

c u. d. Skelett der beiden Füsse desselben Hühnchens.

Fig. 3 a u. b. Rechter bezw. linker Fuss eines fünfzehigen Orpingtonhuhnes. (Typ II.)

c u. d. Skelett derselben Füsse. Links ein einheitlicher, rechts ein doppelter Metatarsalknochen.

Fig. 4 a u. b. Rechter und linker Fuss eines fünfzehigen Orpingtonhühnchens. (Typ III.)

c u. d. Fussskelett desselben Hühnchens.

Fig. 5 a u. b. Rechter und linker Fuss eines fünfzehigen Orpingtonhühnchens. (Typ IV.) Rechts ist die Hyperdaktylie nur durch einen Höcker angedeutet, links durch Spaltung des Nagels.

b u. c. Skelett derselben Füsse.

Fig. 6 a u. b. Rechter und linker Fuss eines Orpingtonhühnchens. (Typ V.) Der rechte Fuss zeigt keine Hyperdaktylie, wohl aber der linke.

c u. d. Skelett derselben Füsse.

Fig. 7 a u. b. Fussskelett des zu den Züchtungen verwendeten Landhahnes.

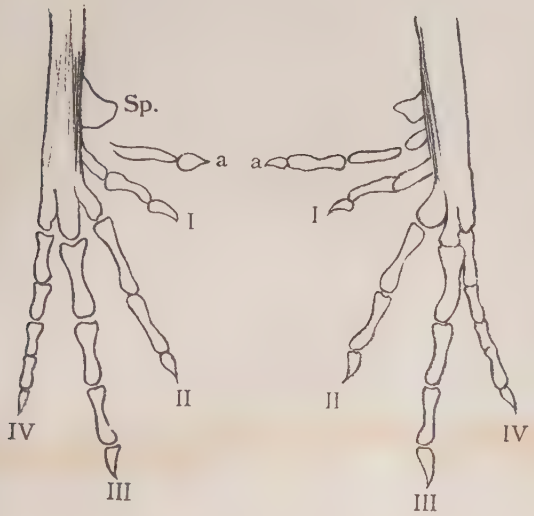

Fig. 1.

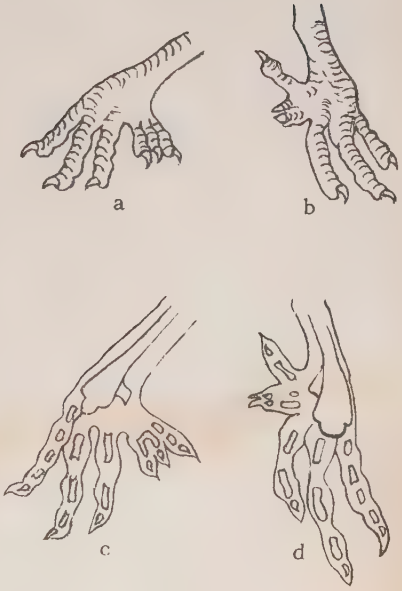

Fig. 2.

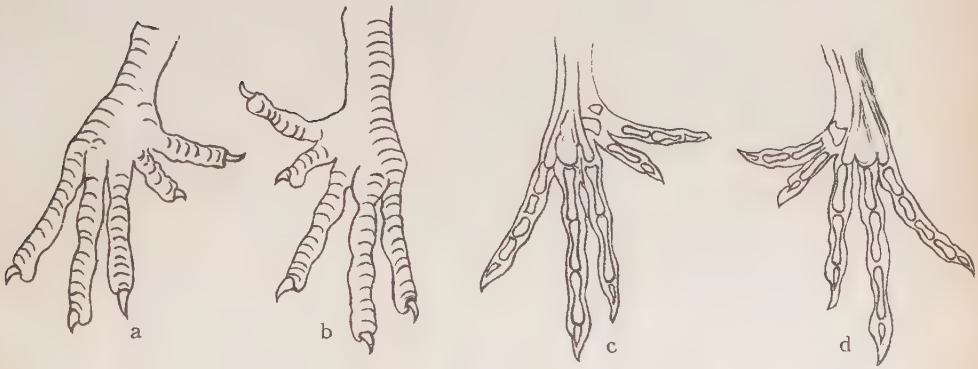

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

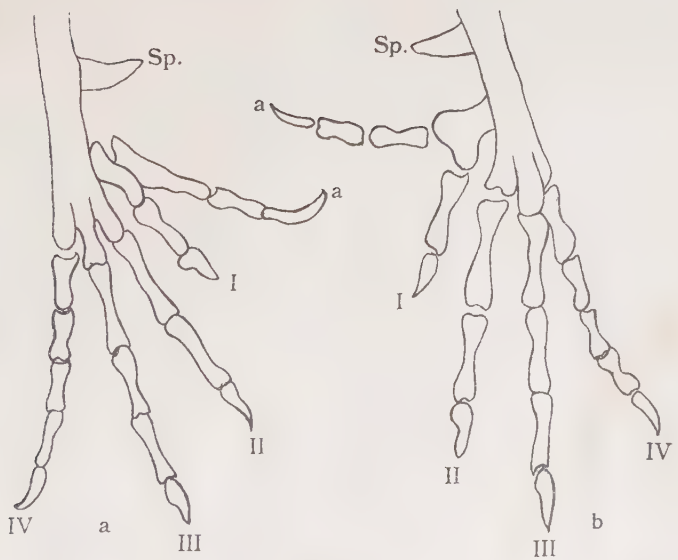

Fig. 7.

Lebenslauf.

Ich, Karl Matthiass, wurde am 28. August 1886 als Sohn des Professors Dr. Bernhard Matthiass zu Rostock geboren. Ich besuchte von Michaelis 1895 bis Ostern 1905 die Grosse Stadtschule meiner Vaterstadt und verliess dieselbe mit dem Zeugnis der Reife, zunächst um Jura zu studieren. Vom 1. April 1905 bis zum 31. März 1906 genügte ich meiner Militärpflicht beim Füsilierregiment No. 90. Ostern 1906 bezog ich die Universität Freiburg i. Br., um mich dem Studium der Medizin zuzuwenden. Seit W.-S. 1907/8 studierte ich in Rostock, wo ich am Ende des S.-S. 1908 die ärztliche Vorprüfung bestand und am 11. Mai 1911 das medizinische Staatsexamen beendigte.

Während meiner Studienzeit hörte ich in Freiburg die Vorlesungen der Herren Professoren Gaupp, Himstedt, Keibel, Kiliani, Weissmann, Wiedersheim, in Rostock die der Herren Professoren Barfurth, Becker, Brüning, Büttner, Ehrich, Franke, Falckenberg, Gies, Kobert, Körner, Martius, Meinertz, Michaelis, J. Müller, W. Müller, Peters, Pfeiffer, Sarwey, Schuchardt, Schwalbe, Weber, Will, Winterstein, Wolters, Langendorff.

Ratsbuchdruckerei C. Michaal Güstrow